



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 13 870 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 02 B 21/20
G 02 B 21/36

②① Aktenzeichen: 195 13 870.8
②② Anmeldetag: 12. 4. 95
④③ Offenlegungstag: 17. 10. 96

DE 195 13 870 A 1

⑦① Anmelder:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② Erfinder:
Wahl, Hubert, Dipl.-Ing., 07646 Stadtroda, DE;
Baumann, Hans-Georg, Dipl.-Phys., 07749 Jena, DE;
Kühn, Peter, 07743 Jena, DE

⑤④ Mikroskop mit auf unendlich korrigiertem Objektiv

⑤⑦ Mikroskop mit auf unendlich korrigiertem Objektiv, dem eine Tubuslinse nachgeordnet ist, sowie einem schwenkbaren Binokulareinblick, enthaltend eine mindestens zweilinsige Tubuslinse einer Schnittweite > 200 mm sowie ein kippbares Spiegelement und ein weiteres Umlenkelement zwischen der Tubuslinse und dem Binokulareinblick.

DE 195 13 870 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop mit auf unendlich korrigiertem Objektiv und einer Tubuslinse zur Erzeugung eines Zwischenbildes in der Zwischenbildebene eines Binokulareinblickes.

5 Derartige Mikroskope werden als Grundausrüstung von vielen Mikroskopherstellern angeboten.

Aufgrund der einfachen Bauweise (Übertragung des Bildes über zwei feste Umlenkungen durch ein Bauernfeindprisma) entsteht bei diesen Geräten ein umgekehrtes und seitenvertauschtes Bild im Okular, d. h. die Bewegungen des Objektes und des Okularzwischenbildes sind gegenläufig, woran sich die Anwender dieser Geräte gewöhnt haben.

10 Es besteht für den Anwender aus ergonomischen Gründen das Bedürfnis, Einblickhöhe und Einblickwinkel veränderbar zu gestalten.

Hierzu ist an sich eine Vielzahl von Lösungen an Mikroskopen mit auf endlich korrigierten Objektiven bekannt, die eine Variation von Einblickhöhe und Einblickwinkel beinhalten (DE-A1-35 23 138; DE-A1-37 18 843; DE-A1-33 34 690; DE 10 98 233; DE-A1-33 05 650; DD-A1-2 18 692; DE-U1-79 31 427) und denen eine Spiegelfläche gemeinsam ist, die bei Verschwenkung des Okulars um die Hälfte des Winkels mitverschwenkt wird. Ein derartiger, einfach aufgebauter Einblick ist auch Gegenstand des EP-A1-627642 für ein Stereomikroskop, jedoch ebenfalls für auf endlich korrigierte Objektive ohne Tubuslinse.

Alle diese Lösungen haben jedoch, abgesehen vom anderen Grundaufbau, mindestens einen der nachfolgenden Nachteile:

- 20 — eine hohe Zahl optischer Elemente und damit verbundener hoher Aufwand und die Möglichkeit von Bildfehlern und Kontrastminderung
- ein durch lange optische Wege zusätzlich erforderliches Zwischenbild, wodurch das Okularzwischenbild in ungewohnter Weise aufrecht und seitenrichtig erzeugt wird
- 25 — ein hoher mechanischer Aufwand dadurch, daß mehrere Elemente auf verschiedenen Achsen miteinander gekoppelt winkelgenau bewegt werden müssen
- einen Tubusfaktor > 1 , weil der Weg zum Zwischenbild zu groß ist
- die fehlende Möglichkeit, auf einfache Weise einen Fotoausgang zu realisieren.

30 Ein Problem besteht in diesem Zusammenhang darin, daß übliche einlinsige Tubuslinsen, die an das Mikroskopmikroskop angepaßt sind, eine Brennweite von ca. 160 mm ... 200 mm aufweisen, wobei ein Tubusfaktor von 1 vorgegeben ist. Diese relativ hohe Brennweite steht der Forderung entgegen, einen Fotoaufsatz mit möglichst geringer Baulänge zu realisieren.

Die Schnittweite der bei diesem Mikroskoptyp üblichen Tubuslinsen (ca. 160 mm) gestattet es nicht, das Bild 35 bis in die Zwischenbildebene des Okulares zu übertragen, wenn zur Schwenkung des Beobachtereinblickes zusätzliche optische Planflächen wie Spiegel oder Prismen erforderlich werden.

Aufgabe der Erfindung war es daher, unter Beibehaltung der von der Grundausrüstung gewohnten Bildlage, d. h. umgekehrt und seitenvertauscht, eine Veränderung von Einblickhöhe und -winkel zu gewährleisten und dennoch die Zahl optisch wirksamer Flächen und mechanischer Drehachsen gering zu halten, wobei der 40 Tubusfaktor 1 ohne Zwischenabbildung erhalten bleiben soll und auf einfache Weise ein kompakter Fotoaufsatz realisiert werden kann.

Insbesondere soll der erfindungsgemäße Aufbau platzsparend und kompakt sein.

Die Aufgabe wird durch die Kombination der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Es wird mit der Erfindung ein schwenkbarer binokularer Tubus realisiert, der mit nur zwei Umlenkungen und einer Drehachse auskommt und dennoch 45 einen Tubusfaktor 1 beibehält, ohne ein zusätzliches Zwischenbild erzeugen zu müssen.

Hierzu ist das feste oder schaltbare Umlenkelement als Spiegel oder Umlenkprisma, als Teilungsspiegel oder Teilungswürfel ausgeführt, je nachdem, ob ein einfacher oder ein Fototubus gewünscht wird.

Der kippbare Spiegel wird in bekannter Weise über ein geeignetes Getriebe um den halben Winkelbetrag der 50 Kippung des Binokulareinblickes nachgeführt.

Weitere Wirkungen und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand eines in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

55 Einem schematisch dargestellten Mikroskopobjektiv 7 ist an einer Tubusaufgabe 5 eine aus den Linsen L1 und L2 bestehende Tubuslinse 3 nachgeordnet.

Ein die Strahlrichtung änderndes Umlenkprisma 1 weist eine teildurchlässige Fläche F auf, der in Richtung des durchgehenden Strahles ein aus drei Linsen L3, L4 und L5 bestehender Fotoaufsatz nachgeordnet ist.

Der an F reflektierte Strahl gelangt über einen Kippspiegel 2 und die Anlagefläche 6 eines nicht dargestellten schwenkbaren Binokulartubus in die Zwischenbildebene 4 des Okulares.

60 Der Kippspiegel 2 ist, hier nicht dargestellt, in bekannter Weise mit der Schwenkung des Binokulartubus bewegungsmäßig gekoppelt und wird um dessen halben Schwenkwinkel verkippt.

Das Tubuslinsensystem L1 und L2 erzeugt die nötige lange Schnittweite für den visuellen Ausgang, indem die (mindestens zwei Linsen so aufgebaut werden, daß die Beträge der Einzelbrennweiten jeweils $0,4 \pm 0,05$ der Gesamtbrennweite betragen und die in Lichtrichtung erste Linse L1 eine zerstreuliche Linse aus einem Flintglas mit dem Brechungsindex $1,55 \pm 0,05$ und der Abbezahl 43—47 ist und die Linse L2 eine sammelnde aus einem 65 Kronglas der Abbezahl 65—69 ist und der Abstand der zueinanderliegenden Hauptebenen $0,15—0,19$ der Gesamtbrennweite des Tubussystems beträgt.

Damit wird außer der Bildebenenverlagerung eine gute Bildkorrektur erreicht, d. h. axiale und außeraxiale

Bildfehler wie Farblängs- und Öffnungsfehler in der Bildmitte, Farbvergrößerungsdifferenz, Verzeichnung, Koma und Astigmatismus bis zum Feldrand beseitigt.

Außerdem ist mit den angegebenen Einzelbrennweiten die Petzvalsumme gleich null als Bedingung für die Feldebnung. Zur Realisierung der üblichen Anschlußmaße für den Fotoausgang dient das Linsensystem L3—L5, das durch Hauptebenenverlagerung eine kurze Schnittweite erzeugt.

Hierbei ist ein erstes Glied L3, L4 eine sammelnde Kittlinse der Brennweite 1,1—1,2 der Gesamtbrennweite, das zweite Glied L5 mindestens eine zerstreue Einzellinse aus einem Kronglas der Brechzahl 1,48—1,53 mit der Abbezahl 68—72 und einer Brennweite 0,5—0,6 der Gesamtbrennweite, wobei der gegenseitige Hauptebenenabstand 0,18—0,22 der Gesamtbrennweite ist. Damit wird eine gleiche Abbildungsqualität wie am visuellen Ausgang erzielt.

In der Tabelle ist eine besonders vorteilhafte Ausführung der Linsensysteme L1, L2 sowie L3—L5 angegeben. Die Schnittweite beträgt hier 238 mm

Linse	Glasart	Krümmungsradius	Abstand (mm)
L1	LLF1	r1= unendlich	d1=2,5
		r2=34,475	
			d2=26,4
L2	BK10	r3=124,099	d3=4,0
		r4=-44,342	
L3	FK5	r5=24,939	d4=4,2
		r6=87,217	
L4	Ba F52	r7=33,741	d5=5,9
			d6=30,9
L5	FK5	r8=-18,970	d8=4,5
		r9=-34,975	

In Fig. 3 ist im Strahlengang der Tubuslinse nachgeordnet zunächst ein Kippspiegel 2 angeordnet, der zur Erzeugung eines Fotostrahlenganges mit dem erfindungsgemäßen Linsensystem teildurchlässig ausgebildet sein kann. Diesem folgt das Umlenkprisma 1, das in diesem Fall eine mit der Bewegung des Binokulartubus 6 gekoppelte Bewegung ausführt.

Patentansprüche

1. Mikroskop mit auf unendlich korrigiertem Objektiv, dem eine Tubuslinse nachgeordnet ist, sowie einem schwenkbaren Binokulareinblick, gekennzeichnet durch die Kombination einer mindestens zweilinsigen Tubuslinse einer Schnittweite > 200 mm sowie eines kippbaren Spiegelementes und eines weiteren Umlenkelementes zwischen der Tubuslinse und dem Binokulareinblick.
2. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tubuslinse im Strahlengang ein die Strahlrichtung änderndes Umlenkprisma sowie ein Kippspiegel nachgeordnet sind.
3. Mikroskop nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine die Strahlrichtung ändernde Fläche des Umlenkprismas zur Erzeugung eines Fotostrahlenganges als teildurchlässige Fläche ausgebildet ist und in Richtung des Fotostrahlenganges ein zweigliedriges Linsensystem zur Übertragung auf eine fotografische Einheit vorgesehen ist.
4. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tubuslinse im Strahlengang ein Kippspiegel sowie ein Umlenkprisma nachgeordnet ist.
5. Mikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kippspiegel zur Erzeugung eines Fotostrahlenganges teildurchlässig ausgebildet ist.
6. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß das Tubuslinsensystem aus Linsen L1 und L2 besteht, die so aufgebaut sind, daß die Beträge der Einzelbrennweiten jeweils $0,4 \pm 0,05$ der Gesamtbrennweite betragen und die in Lichtrichtung erste Linse L1 eine zerstreue Linse aus einem Flintglas mit dem Brechungsindex $1,55 \pm 0,05$ und der Abbezahl 43—47 ist und die Linse L2 eine sammelnde aus einem Kronglas der Abbezahl 65—69 ist und der Abstand der zueinanderliegenden Hauptebenen 0,15—0,19 der Gesamtbrennweite des Tubussystems beträgt.
7. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fotoausgang ein Linsensystem (L3—L5) vorgesehen ist, das durch Hauptebenenverlagerung eine kurze Schnittweite erzeugt, indem ein erstes Glied (L3, L4) eine sammelnde Kittlinse der Brennweite 1,1—1,2 der Gesamtbrennweite ist, und ein zweites Glied (L5) mindestens eine zerstreue Einzellinse aus einem Kronglas der Brechzahl 1,48—1,53 mit der Abbezahl 68—72 und einer Brennweite 0,5—0,6 der Gesamtbrennweite, wobei

DE 195 13 870 A1

der gegenseitige Hauptebenenabstand 0,18—0,22 der Gesamtbrennweite ist.

8. Mikroskop nach einem der Ansprüche 6 oder 7, gekennzeichnet durch folgende Bemessungswerte für die Linsen L1—L5:

Linse	Glasart	Krümmungsradius	Abstand (mm)
L1	LLF1	r1= unendlich	d1=2,5
		r2=34,475	
			d2=26,4
L2	BK10	r3=124,099	d3=4,0
		r4=-44,342	
L3	FK5	r5=24,939	d4=4,2
		r6=87,217	
L4	Ba F52	r7=33,741	d5=5,9
			d6=30,9
L5	FK5	r8=-18,970	d8=4,5
		r9=-34,975	

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

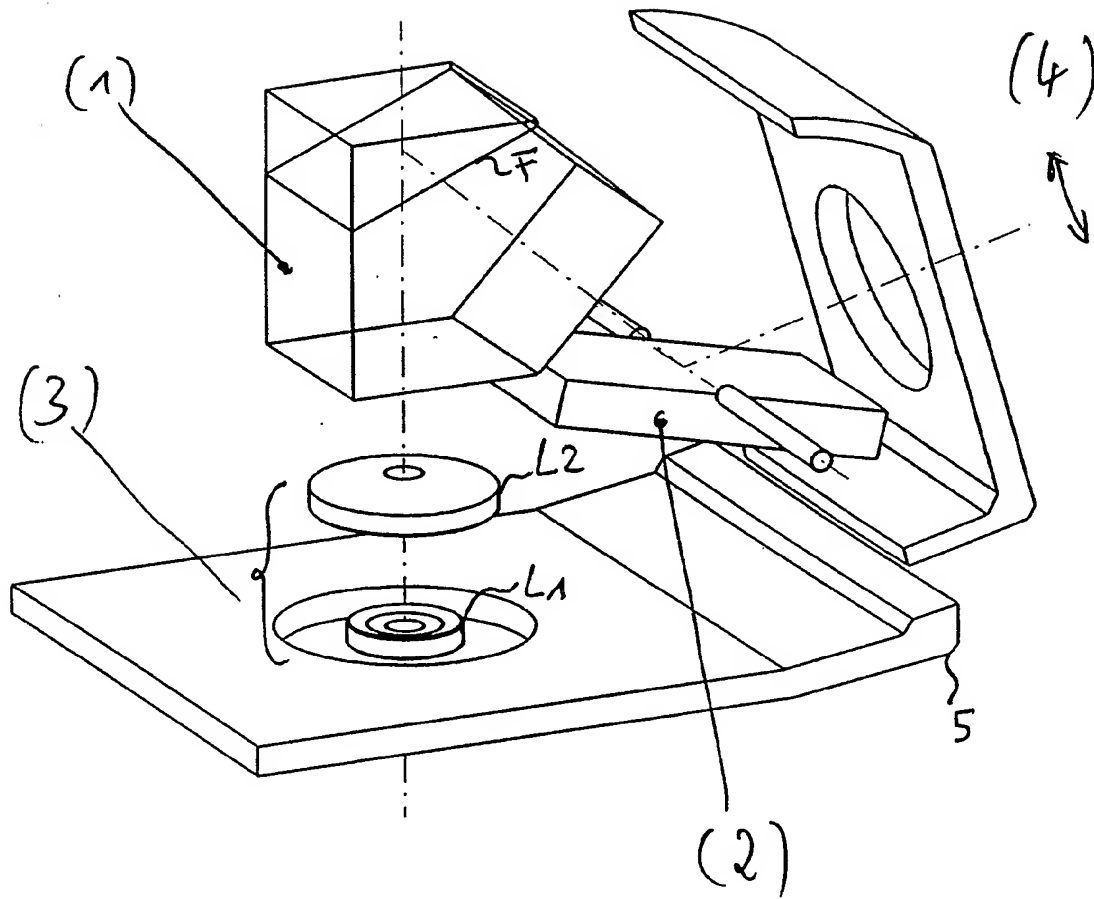


Fig. 1

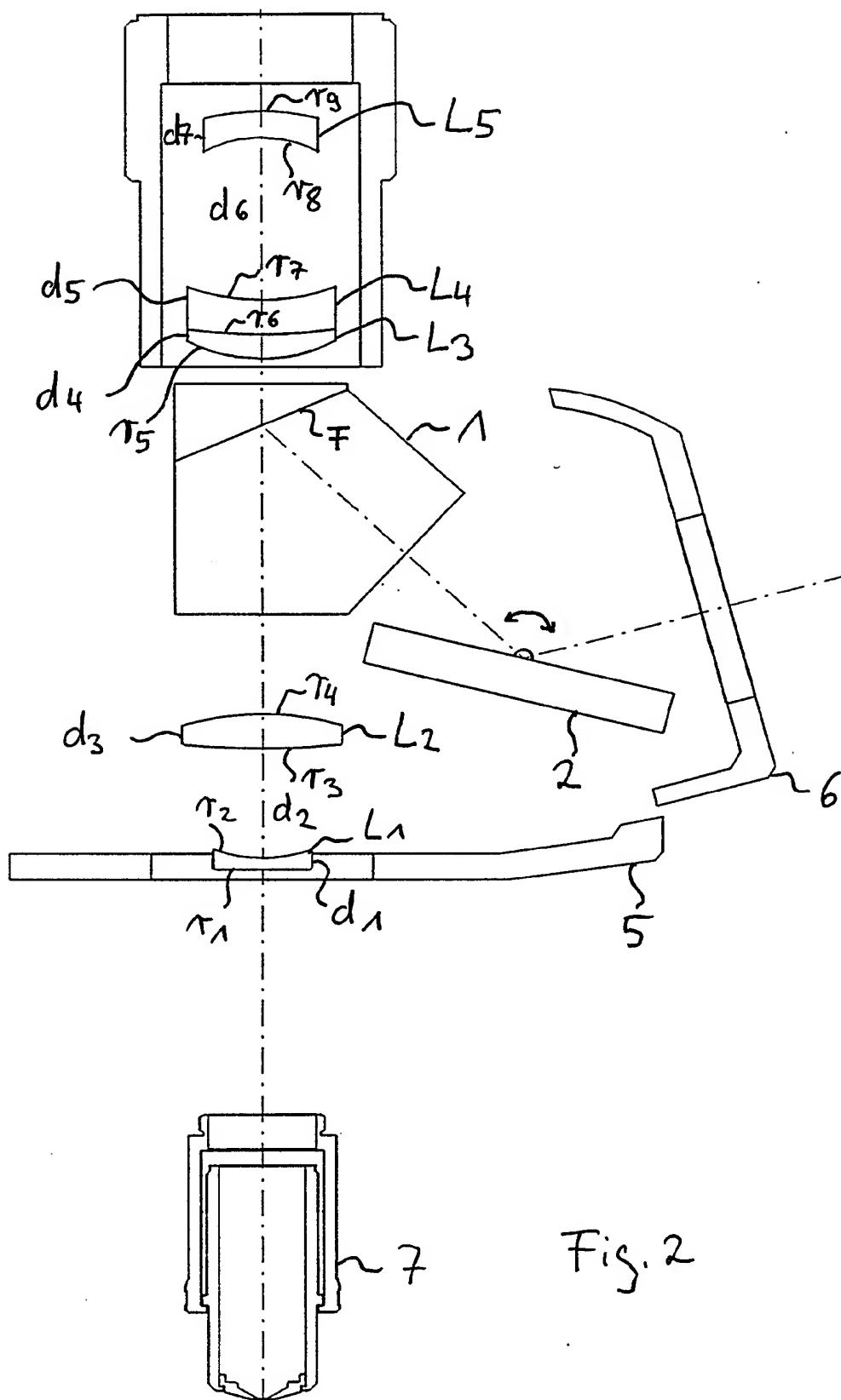


Fig. 2

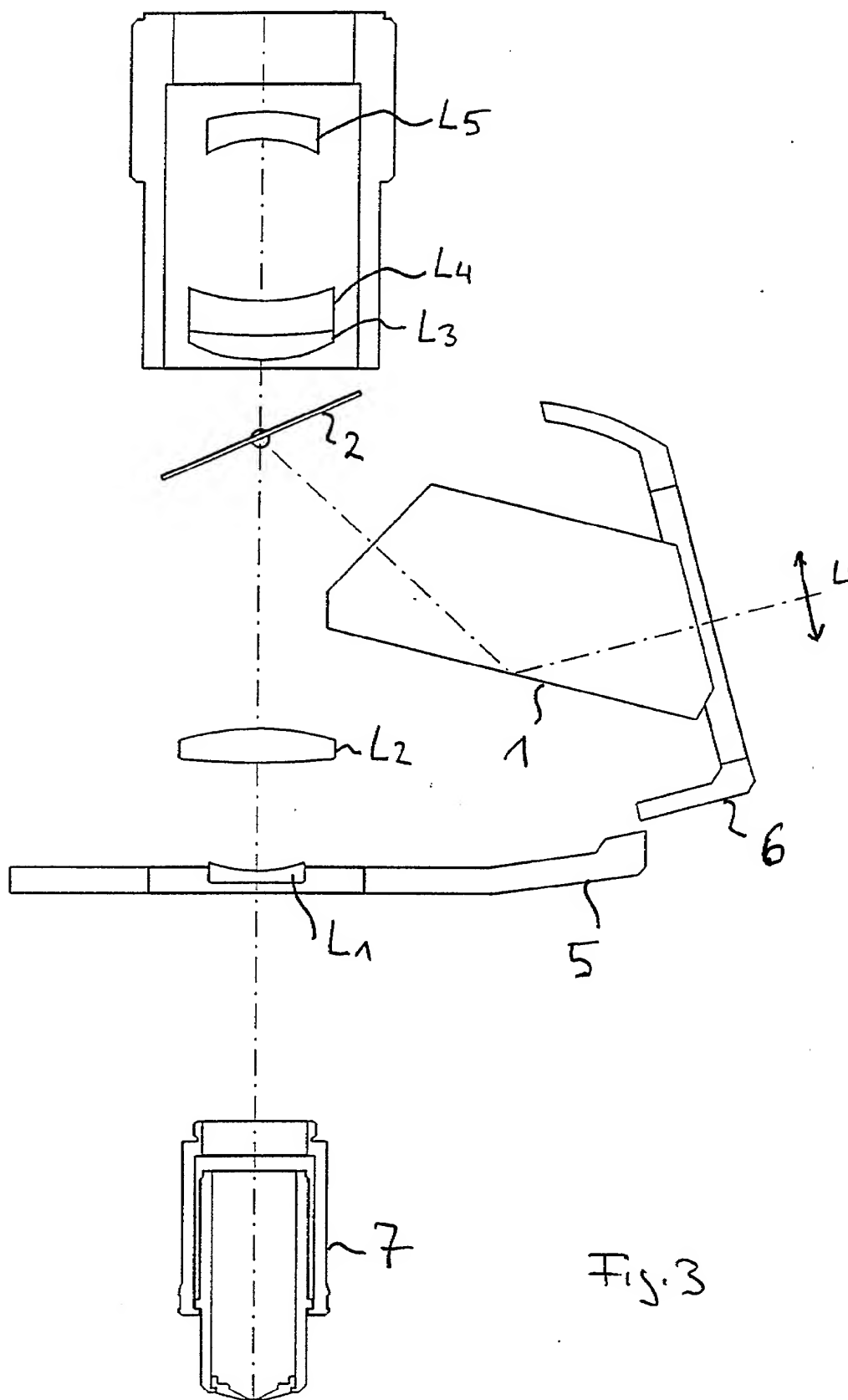


Fig. 3